

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫

**K O P I E**  
**ffentlegungsschutz**

⑩

**DE 43 26 121 A 1**

⑤1

Int. Cl. 6:

**B 01 D 53/94**

B1

2. Ex. 6. 4. in D 07 D 53/94  
B Z R

②1 Aktenzeichen:

P 43 26 121.3

②2 Anmeldetag:

4. 8. 93

④3 Offenlegungstag:

9. 2. 95

DE 43 26 121 A 1

⑦1 Anmelder:

Degussa AG, 60311 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:

Lindner, Dieter, Dr., 63457 Hanau, DE; Lox, Egbert,  
Dr., 63457 Hanau, DE; Engler, Bernd, Dr., 63457  
Hanau, DE; Ostgathe, Klaus, 65795 Hattersheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Schutz von Katalysatoren für die Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen vor Katalysatorgiften

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schutz von Katalysatoren für die Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen vor Katalysatorgiften durch einen Adsorber. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß als Adsorber hochtemperaturbeständige Zeolithe oder Mischungen solcher Zeolithe eingesetzt werden.

DE 43 26 121 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 94 408 056/167

5/29

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schutz von Katalysatoren für die Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen vor Katalysatorgiften.

In den zukünftigen Vorschriften für die zulässigen Emissionen von Schadstoffen beim Betrieb eines Kraftfahrzeugs (TLEV/1994 und LEV/1997; LEV = Low Emission Vehicle) werden nicht nur die Obergrenzen für die Schadstoffe Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide erheblich gegenüber den heute gültigen Werten herabgesetzt, sondern auch zusätzliche Forderungen an die Lebensdauer der Katalysatoren gestellt. Demnach muß die Lebensdauer eines Katalysators ab 1994 mindestens 100 000 Meilen Fahrleistung betragen.

Ursachen für einen vorzeitigen Ausfall eines Katalysators kann neben einer thermischen Schädigung des Katalysators durch Überhitzung die allmähliche Akkumulation von Katalysatorgiften sein. Als Katalysatorgifte wirken insbesondere für die überwiegend in der Autoabgaskatalyse eingesetzten Edelmetallkatalysatoren die Elemente Blei, Phosphor, Schwefel und Zink. Diese Elemente sind in Spuren in den Kraftstoffen oder im Motorenöl als Öladitive vorhanden, können aber auch als Abrieb mit dem Abgasstrom aus der Verbrennungskraftmaschine ausgetragen werden.

Blei ist eines der bekanntesten Katalysatorgifte. Seine Bedeutung hat jedoch durch den Einsatz von bleifreien Kraftstoffen für Verbrennungsmotoren abgenommen. Für alle genannten Katalysatorgifte gilt aber, daß wegen der zu garantierenden Leistungsdaten über eine Fahrleistung von 100 000 Meilen auch schon Spurenanteile im Abgas die Lebensdauer der Katalysatoren erheblich herabsetzen können und deshalb möglichst vollständig aus dem Abgas entfernt werden müssen.

In der DE-O 31 46 004 wird vorgeschlagen, die aus verbleiten Kraftstoffen stammenden Anteile von Blei im Abgas dadurch zu entfernen, daß man das Abgas, ehe es mit dem Katalysator in Berührung kommt, mit einem Phosphat oder einem dieses enthaltenden temperaturbeständigen Trägermaterial in Berührung bringt. Über die Wirkung dieses Verfahrens auf die übrigen Katalysatorgifte wird nichts ausgesagt. Es besteht jedoch die Gefahr, daß mit diesen phosphathaltigen Adsorbern die Bleianteile im Abgas zu Lasten einer erhöhten Phosphorfracht verringert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, mit dem nach Möglichkeit alle Katalysatorgifte weitgehend aus dem Abgas entfernt werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Schutz eines Katalysators für die Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen vor Katalysatorgiften durch Adsorption an einem Adsorber gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, daß es sich bei dem Adsorber um einen hochtemperaturbeständigen Zeolithen oder um eine Mischung verschiedener hochtemperaturbeständiger Zeolithe handelt.

In einer Ausführungsform des Verfahrens kann der Adsorber als Beschichtung auf einem monolithischen Tragkörper in Honigwabenform aus Keramik oder Metall vorliegen, welcher sich vor dem Katalysator im Abgasstrom befindet. Einen besonders geringen Abgasgedruck erhält man, wenn der Adsorber selbst als Beschichtung auf der eigentlichen katalytischen Beschichtung des Katalysators aufgebracht ist.

Wesentlich für die Wirkungsweise des Verfahrens ist es, daß der Adsorber während aller Betriebsphasen der Verbrennungskraftmaschine und während der gesamten Lebensdauer des Abgaskatalysators seine Adsorptionswirkung entfalten kann. Für die Verminderung der Kohlenwasserstoffemissionen während der Kaltstartphase wurden schon Anordnungen aus einem Katalysator mit vorgeschaltetem Adsorber vorgeschlagen, bei denen der Adsorber nur während der Kaltstartphase in den Abgasstrom eingeschaltet wird und während der Dauerbetriebsphase zur Vermeidung von thermischen Überlastungen und Druckverlusten mittels einer Umweg-Leitung kurzgeschlossen wird. Solche "Bypass"-Lösungen sind nicht geeignet, einen Katalysator wirkungsvoll vor Vergiftung zu schützen, da der Adsorber dabei nur während einer kurzen Betriebsphase in den Abgasstrom eingeschaltet ist.

Das Verfahren ist natürlich nicht nur auf den Einsatz bei der Autoabgasreinigung beschränkt, sondern läßt sich mit Vorteil auch auf verwandten Gebieten wie zum Beispiel der Abgasreinigung von Stationärmotoren und Gasturbinen anwenden.

Als Adsorber für die Katalysatorgifte sind ein dealuminierter Mordenit sowie ein Y-Zeolith mit SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Molverhältnissen von größer 8 und/oder ein Zeolith ZSM-5 geeignet, die noch innerhalb ihrer Tonenaustauschkapazität mit den Elementen Kupfer, Eisen, Natrium und/oder Kalium ausgetauscht sein können oder aber in der sauren H-Form vorliegen. Die genannten Zeolithe eignen sich wegen ihrer großen spezifischen Oberfläche von mehr als 700 m<sup>2</sup>/g (BET-Oberfläche bestimmbar durch Aufnahme von Stickstoffadsorptionsisothermen nach DIN 61132) sehr gut zur Adsorption der Katalysatorgifte. Diese hohe spezifische Oberfläche bleibt wegen des großen SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Molverhältnisses auch noch bis zu Temperaturen von 1000°C erhalten.

In den folgenden Beispielen werden Adsorber und Katalysatoren auf monolithischen Wabenkörpern aus Cordierit mit 62 Zellen pro cm<sup>2</sup> und Stegdicken von 0,16 mm eingesetzt.

## Beispiel 1

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung wurde ein Wabenkörper mit einer katalytischen Beschichtung für konventionelle Pt/Rh-Dreiweg-Katalysatoren gemäß DE 40 03 939, Beispiel 5, mit einer Edelmetallbeladung (Pt : Rh = 2,5 : 1) von 0,88 Gramm pro Liter Katalysatorvolumen versehen. Dieser Katalysator wird im folgenden mit K1 bezeichnet. Ein weiterer Wabenkörper wurde als Adsorber für Katalysatorgifte mit Zeolith DAY (100 g/l Wabenkörpervolumen) beschichtet. Dieser Adsorber A und Katalysator K1 wurden hintereinander in einen Abgaskonverter eingebaut.

## Vergleichsbeispiel 1

Es wurde ein zu K1 identischer Katalysator K2 angefertigt und hinter einen unbeschichteten Wabenkörper in einen zweiten Abgaskonverter eingebaut.

Der unbeschichtete Wabenkörper V diente zur Einstellung identischer Strömungsbedingungen in beiden Abgaskonvertern.

## Anwendungstechnische Prüfungen

Beide Abgaskonverter wurden einer 50-stündigen Alterung im Abgasstrom eines Motors bei Temperaturen von 7800°C unterworfen. Dazu wurde das Abgas des Motors in zwei identische Teilströme geteilt und diese parallel über beide Abgaskonverter geleitet.

Nach dieser Alterung wurden die Abgaskonverter zur Prüfung des Anspringverhaltens der Katalysatoren K1 und K2 demontiert. Das Anspringverhalten wurde in einer Modellgasanlage bei Raumgeschwindigkeit von 50 000 h<sup>-1</sup> und einer von 75 bis auf 450°C mit 20°C/min. stetig ansteigenden Abgastemperatur bei zwei Luftzahlen  $\lambda$  (normiertes Luft-Kraftstoffverhältnis) untersucht. Die dabei ermittelten "light-off"-Temperaturen für die Schadstoffe CO, HC und NO<sub>x</sub>, das sind die Temperaturen, bei denen 50% des jeweiligen Schadstoffs konvertiert werden, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Ergebnisse der Modellgasuntersuchungen (Angaben in °C für einen 50%igen Umsatz des jeweiligen Schadstoffes)

Katalysator	$\lambda = 0.98$			$\lambda = 1.01$		
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>
K1	259	325	249	249	252	247
K2	275	325	261	249	253	246

Tabelle 1 zeigt, daß bei Vorschaltung eines mit DAY beschichteten Wabenkörpers der Dreiwegkatalysator vor Vergiftung geschützt werden kann. Katalysator K1 weist im fetten Abgas ( $\lambda = 0.98$ ) nach Motoralterung deutlich niedrigere Anspringtemperaturen für CO und NO<sub>x</sub> auf als Katalysator K2, vor den nur ein unbeschichteter Wabenkörper geschaltet war.

Die katalytische Wirkung im fetten Abgas beruht im wesentlichen auf der Rhodium-Komponente des Katalysators, die mit Hilfe des Adsorbers wirkungsvoll vor Vergiftung geschützt werden kann.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz eines Katalysators für die Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen vor Katalysatorgiften durch Adsorption an einem Adsorber, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Adsorber um einen hochtemperaturbeständigen Zeolithen oder um eine Mischung verschiedener hochtemperaturbeständiger Zeolithe handelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Adsorber als Beschichtung auf einem monolithischen Tragkörper in Honigwabenform vorliegt, welcher sich vor dem Katalysator im Abgasstrom befindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Adsorber als Beschichtung auf der eigentlichen katalytischen Beschichtung des Katalysators aufgebracht ist.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Zeolithe dealuminierter Mordeinit, dealuminierter Y-Zeolith und/oder Zeolith ZSM-5 mit SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Molverhältnissen von größer 8 eingesetzt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Zeolithe mit Dotierungselementen dotiert sind, insbesondere mit den Elementen aus der Gruppe Cu, Fe, Na und/oder K oder in der sauren H-Form vorliegen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Zeolithe innerhalb ihrer Ionenaustauschkapazität mit den Dotierungselementen dotiert sind.